

Finned charging air radiator in water-boxed frame

Publication number: DE19519633 (A1)

Publication date: 1996-12-05

Inventor(s): SCHMALZRIED GUENTHER [DE]

Applicant(s): BEHR INDUSTRIETECH GMBH & CO [DE]

Classification:

- international: *F02B29/04; F28D1/053; F28F1/12; F28F9/02; F02B29/00; F28D1/04; F28F1/12; F28F9/02; (IPC1-7): F28F9/00; F02B29/04; F28D1/00*

- European: F28F9/02F; F02B29/04D4; F28D1/053E6; F28F1/12D; F28F1/12D2

Application number: DE19951019633 19950530

Priority number(s): DE19951019633 19950530

Also published as:

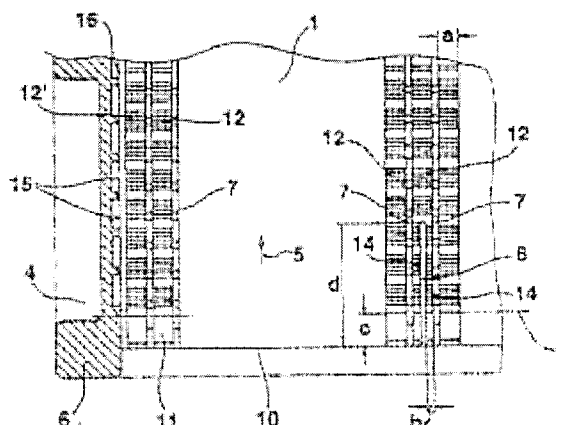
DE19519633 (C2)
US5671806 (A)
FR2734895 (A1)
ITMI960575 (A1)

Cited documents:

DE3906747 (A1)
DE3722605 (A1)
DE3705938 (A1)
AT177609B (B)
US5033540 (A)

Abstract of DE 19519633 (A1)

The radiator has an expansion gap (8) running parallel to some tubing (7) at one point on its air entry side. It extends along the tubes to a depth (d) of a finned tube block (1), where the temperature of the air such as no longer leads to thermal expansion of the fins (12) and resulting overloading of the material. The gap is produced by the interval between two corrugated fins (14) between adjoining tubes. Each fin adjoins and is soldered to one wall of the tube. The fins' width (b) amounts to one third of the interval (a) between adjoining tube walls. Corrugated fins (11) at the air entry between the tubes conduct less heat than the slotted fins. The corrugated fins consist of zed folded metal bands, and the cooling channels (15) to the side of the radiator directly adjoin and soldered to the fins (12') allocated to these sides, possibly forming part of the radiator sides.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Patentschrift
10 DE 195 19 633 C 2

51 Int. Cl.⁷:
F 28 D 1/00
F 02 B 29/04
F 28 F 1/12

21 Aktenzeichen: 195 19 633.3-16
22 Anmeldetag: 30. 5. 1995
43 Offenlegungstag: 5. 12. 1996
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 21. 6. 2000

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:
Behr Industrietechnik GmbH & Co., 70469 Stuttgart,
DE
74 Vertreter:
Patentanwälte Wilhelm & Dauster, 70174 Stuttgart

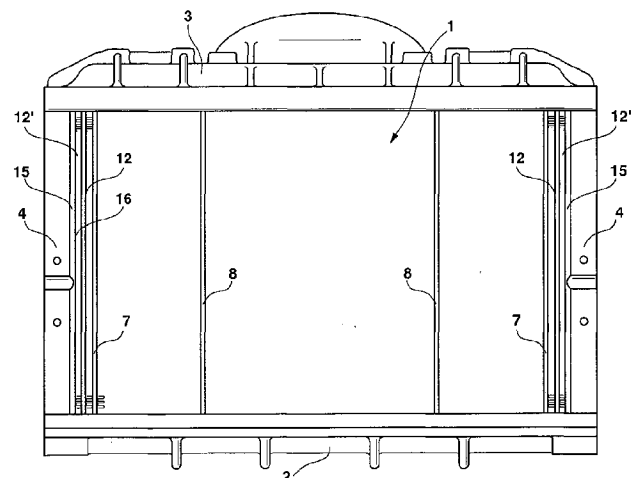
72 Erfinder:
Schmalzried, Günther, 71404 Korb, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 39 06 747 A1
DE 37 22 605 A1
DE 37 05 938 A1
DE 23 42 787 A1
AT 1 77 609
US 50 33 540

54 Ladeluftkühler

57 Ladeluftkühler mit einem Rippenrohrblock (1), der insbesondere aus Flachrohren (7) und jeweils zwischen diesen angeordneten lamellenartigen Wellrippen (12) aufgebaut und in einem festen Rahmen eingesetzt ist, der aus zwei gegenüberliegenden Wasserkästen (2, 3) und aus zwei diese verbindenden Seitenteilen (4) aufgebaut ist, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens an einer Stelle auf der Lufteintrittsseite ein parallel zu den Rohren (7) verlaufender Spalt in der Form einer Dehnungsfuge (8) vorgesehen ist, der sich über die Länge der Rohre (7), aber in Strömungsrichtung (5) der Luft nur bis zu einer Tiefe (d) des Rippenrohrblockes (1) erstreckt, an der eine Temperatur der Luft erreicht ist, die keine zu einer Werkstoffüberlastung führende Wärmedehnung der Wellrippen (12) mehr bewirkt.



DE 195 19 633 C 2

DE 195 19 633 C 2

Die Erfindung betrifft einen Ladeluftkühler mit einem Rippenrohrblock, der insbesondere aus Flachrohren und jeweils zwischen diesen angeordneten lamellenartigen Wellrippen aufgebaut und in einen festen Rahmen eingesetzt ist, der aus zwei gegenüberliegenden Wasserkästen und aus zwei diese verbindenden Seitenteilen aufgebaut ist.

Es ist bekannt, daß bei Ladeluftkühlern dieser Art, die insbesondere für Großmotoren und Motoren für Nutzfahrzeuge verwendet werden, auf der Ladelufteintrittsseite Lufttemperaturen von bis zu 250°C auftreten können. Die Wandtemperaturen der Rohre auf der Lufteintrittsseite können daher höher als 110°C werden, so daß im Inneren der Rohre eine schädliche Siedekondensation auftreten kann. Um diese zu starke Aufheizung der mit der heißen Ladeluft in Berührung kommenden ersten Rohre und die dadurch bedingte örtliche Dampfblasenbildung mit Erosion bzw. mit Ausscheidung von Härtebildnern und Salzen zu vermeiden, ist es auch schon bekannt geworden (DE 23 42 787 A1), in den ersten Rohrreihen die Rippen zu entfernen oder dort eine Wärmeisolation anzuordnen und die Anzahl der Rippen in Strömungsrichtung der Ladeluft zu erhöhen. Diese Maßnahmen sind aber relativ aufwendig und machen eine tiefgreifende Änderung des Rippenrohrblockes erforderlich, die auch einen gewissen Leistungsabfall hervorruft.

Es ist auch bekannt (DE 37 05 938 A1) zum Ausgleich der Längenausdehnung zwischen Rippenrohrblock und Seitenteilen, anstelle der Verwendung von umständlichen Schiebeböden das Verhältnis der Wärmeausdehnungskoeffizienten des Materiales der Seitenteile und der Rohre des Rippenrohrblockes in etwa umgekehrt proportional zum Verhältnis der im Betrieb zu erwartenden mittleren Temperaturen zu wählen.

Alle diese Maßnahmen können aber nicht verhindern, daß sich die lamellenartigen Wellrippen selbst auf der Lufteintrittsseite jeweils schlagartig ausdehnen, wenn, was im Betrieb häufig ist, sich mit jedem Gasstoß die Ladelufttemperatur verändert und beispielsweise von 50° auf 230°C angehoben wird. Die relativ dünnen Luftlamellen werden dabei schlagartig heiß, was aufgrund der hohen Rippendichte und des dadurch gebildeten relativ steifen Rippenverbandes insgesamt zu einer Ausdehnung der Wellrippen in Querrichtung von etwa 2 mm (Aufbauhöhe ca. 600 mm) führen kann. Eine solche Maßänderung durch die thermische Dehnung kann über elastische Bewegungen nicht mehr abgefangen werden, so daß die äußeren Luftlamellen zwischen dem steifen Verband der Seitenteile einknicken. Dort treten dann aufgrund von sich laufend wiederholenden Temperaturveränderungen der Ladelufttemperaturen Einrisse an den Luftlamellen auf, die wiederum dazu führen, daß dem zugeordneten Wasserkanal die Abstützung fehlt und auch hier Materialbrüche bzw. Risse am kühlmittelführenden Flachrohr auftreten können.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Ladeluftkühler der eingangs genannten Art so auszubilden, daß die im Betrieb zu erwartenden Ausdehnung der Wellrippen in Querrichtung zu keiner Beschädigung führen kann.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird vorgesehen, daß an mindestens einer Stelle ein parallel zu den Rohren verlaufender, als Dehnungsfuge dienender Spalt vorgesehen ist, der sich über die Länge der Rohre, aber in Strömungsrichtung der Luft nur bis zu einer Tiefe des Rippenrohrblockes erstreckt, an der eine Temperatur der Luft erreicht ist, die keine zu einer Werkstoffüberlastung führende Wärmedehnung der Wellrippen mehr bewirkt.

Durch diese Ausgestaltung wird im Bereich des Ladelufteintrittes, wo die hohen Temperaturen zu erwarten sind,

mindestens ein Ausgleichsspalt, besser zwei, vorgesehen, der übrige Rippenrohrblock bleibt aber unverändert. Eine Aufteilung des Rippenrohrblockes in mehrere, nebeneinander angeordnete Teilblöcke und die dadurch hinzunehmende Leistungseinbuße sind daher nicht notwendig. Dennoch wird die gefährliche Querausdehnung der Wellrippen in dem Bereich aufgefangen, in dem Beschädigungen durch Dehnungen zu erwarten sind.

In Weiterbildung der Erfindung kann die Dehnungsfuge durch den gegenseitigen Abstand von zwei, nur einen Bruchteil der Breite zwischen benachbarten Rohren aufweisenden Wellrippen gebildet sein, die jeweils an einer Rohrwand anliegen und mit dieser verlötet sind. Durch diese Maßnahme kann man im Gegensatz zu dem eingangs erwähnten Vorschlag, wo die Wellrippen im Eintrittsbereich der Ladeluft vollkommen entfernt sind, eine ausreichende Druckabstützung der der Dehnungsfuge zugewandten Rohrwände erreichen. Wellrippen in der bekannten Ausgestaltung oder in der bekannten Ausgestaltung als Turbulenzfläche weisen, wenn sie an der Rohrwand angelötet sind, eine ausreichende Abstützkraft aus, um ein Ausbeulen der Flachrohre an diesen Stellen zu vermeiden.

In Weiterbildung der Erfindung kann die Breite der im Bereich der Dehnungsfuge vorgesehenen Wellrippen etwa ein Drittel des Abstandes zwischen benachbarten Rohren betragen. Die verbleibende Dehnungsfuge weist dann auch eine Breite von einem Drittel des Abstandes zwischen benachbarten Rohren auf. Es hat sich gezeigt, daß diese Spaltgröße, wenn bei üblichen Ladeluftkühlern zwei solcher Spalte über die Breite der Eintrittsseite verteilt sind, für die gewünschte Aufnahme der Längenausdehnung ausreicht. Aufgrund der hohen spezifischen Kühlleistung hat sich die Ladeluft mit z. B. einer Eintrittstemperatur von 230°C bereits in einer Tiefe des Rippenrohrblockes von etwa 60 mm schon auf einen Wert von 120°C abgekühlt. Dies ist ein Temperaturwert, bei dem eine Beschädigung der Wellrippen durch Querdehnung und mangelnder elastischer Abstützung nicht mehr befürchtet werden braucht.

In Ergänzung zum erfindungsgemäßen Vorschlag können in den Bereichen, in denen keine Dehnungsfugen zwischen benachbarten Rohren vorgesehen sind, im übrigen Eintrittsbereich der Luft zwischen benachbarten Rohren Wellrippen zugeordnet werden, deren Wärmeübertragungsfähigkeit geringer als jene der danach vorgesehenen, vorzugsweise geschlitzten Wellrippen ist. So hat es sich beispielsweise als vorteilhaft erwiesen, wenn im Eintrittsbereich etwa über ein Drittel oder ein Viertel der Länge der erfindungsgemäß vorgesehenen Dehnungsfugen als Wellrippen glatte, lediglich im Zickzack gefaltete Metallbänder vorgesehen sind, deren Kühlfläche im Vergleich zu den für die Herstellung von Rippenrohrblöcken sonst verwendeten Wellrippen klein ist. Die Anordnung solcher glatter Wellrippen erfolgt dabei im wesentlichen in dem Eintrittsbereich des Kühlers, in dem die Seitenteile und die Wasserkästen einen umlaufenden, ringartigen Flansch bilden, der eine besondere Steifigkeit aufweist. In diesem Eintrittsbereich gilt es ganz besonders, eine Querdehnung so weit als möglich zu vermeiden und auch die eingangs schon erwähnten Voraussetzungen einzuhalten, um Schäden auch innerhalb der Rohre zu vermeiden.

In Weiterbildung der Erfindung kann schließlich auch noch vorgesehen werden, daß bei einem Ladeluftkühler mit in den Seitenteilen angeordneten Kühlkanälen diese Kühlkanäle unmittelbar an die den Seitenteilen zugeordneten Wellrippen angrenzen, so daß die Wellrippen, jedenfalls im Bereich der Seitenteile, gekühlt und weitgehend von einer Längendehnung in Querrichtung ausgenommen werden können. Dabei können die Kühlkanäle auf der den Wellrippen zugewandten Seite durch dünne Wandbleche begrenzt

sein, die mit den Wellrippen verlötet sind.

Umgekehrt wird die Wärme der äußersten Luftlamelle an die Kühlmittelseite weitergeleitet und durch den direkten Kontakt des Kühlmittels mit dem Seitenteilwerkstoff eine Temperaturannäherung der Seitenteile zum benachbarten Kühlmittelkanal erreicht. Dadurch werden die Längendehnungen von Seitenteil und Kühlmittelkanal angenähert und damit Spannungsüberhöhungen vermieden.

Die Erfindung ist in der Zeichnung anhand eines Ausführungsbeispiels dargestellt und wird im folgenden erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Frontansicht eines erfindungsgemäßen Ladeluftkühlers,

Fig. 2 die schematische Darstellung des Rippenrohrblockes des Ladeluftkühlers der **Fig. 1**,

Fig. 3 den Schnitt durch den Rippenrohrblock der **Fig. 2** und die daran angrenzende Seitenteile längs der Linie III-III,

Fig. 4 eine vergrößerte Detaildarstellung des linken unteren Bereiches des Rippenrohrblockes der **Fig. 2**,

Fig. 5 eine vergrößerte Darstellung des linken unteren Teilbereiches der **Fig. 3**,

Fig. 6 eine schematische, perspektivische Teilansicht einer zum Aufbau des Rippenrohrblockes der **Fig. 2** bis 5 verwendeten Wellrippe,

Fig. 7 perspektivische Teilansicht einer anderen, ebenfalls zum Aufbau des Rippenrohrblockes nach der Erfindung verwendeten Wellrippe, und

Fig. 8 eine weitere Art der für den Aufbau des Rippenrohrblockes nach der Erfindung eingesetzten Wellrippen.

In den **Fig. 1** bis 3 ist zu erkennen, daß ein Rippenrohrblock (1) in einen steifen Rahmen eingespannt ist, der aus zwei gegenüberliegenden Wasserkästen (2 und 3) und den beiden Seitenteilen (4) besteht. Wie die **Fig. 3** erkennen läßt, bilden dabei die Seitenteile (4) einen quer zur Strömungsrichtung (5) der Luft liegenden Flansch (6), der zur Anbringung von Befestigungsstellen dient und besonders steif ist.

Der Rippenrohrblock (1) ist aus einer Reihe von nebeneinander und hintereinander in den nicht näher gezeigten Rohrböden gehaltenen Flachrohren (7) aufgebaut, die jeweils im gleichen Abstand zueinander gleichmäßig auf den gesamten Eintrittsquerschnitt des Ladeluftkühlers verteilt sind. Dabei sind in den **Fig. 2** und 3 bzw. 4 und 5 nur die im Bereich der Seitenteile (4) und zwei weitere, symmetrisch zu einer Mittellängsebene des Rippenrohrblockes (1) angeordnete Flachrohre (7) gezeigt. Wie **Fig. 1** und 3 zeigt, sind zwischen diesen beiden mittleren Rohrpaaren jeweils Dehnungsfugen (8) gebildet. Diese Dehnungsfugen (8) erstrecken sich dabei zwar über die gesamte Länge der Rohre (7), also etwa vom unteren Wasserkasten (2) bis zum oberen Wasserkasten (3), jedoch in der Strömungsrichtung (5) der Luft nur über eine Teillänge der Rippenrohrblocktiefe. Die Tiefe der Dehnungsfugen (8) wird dabei beim Ausführungsbeispiel so bestimmt, daß in dieser, jeweils durch die Enden der Dehnungsfugen (8) gehenden Ebene des Rippenrohrblockes Lufttemperaturen gemessen werden, die etwa bei 120°C liegen. Die heiße Eintrittsluft mit Temperaturen von ca. 230°C hat sich daher bis in diese Endebene der Dehnungsfugen (8) so weit abgekühlt, daß die zu erwartende Temperaturerhöhung in diesem Bereich zu keiner Beschädigung mehr führen kann.

Die Flachrohre (7) des Rippenrohrblockes (1) sind, wie die **Fig. 4** und 5 insbesondere erkennen lassen, im Abstand (a) zueinander angeordnet, und dieser Zwischenraum mit der Breite (a) wird durch lamellenartige Wellrippen gemäß **Fig. 7** ausgefüllt, mit Ausnahme des Bereiches der Dehnungsfugen (8) und eines Bereiches, der mit der Ebene (9) endet, die um das Maß (c) hinter der Eintrittsebene (10) des Ladeluftkühlers liegt. In dem letzteren, in Strömungsrichtung

(5) durch die Ebene (9) begrenzten Bereich, der in etwa auch dem Bereich des Flansches (6) entspricht, sind zwischen benachbarten Flachrohren (7) Wellrippen (11) eingesetzt, die sich von den Wellrippen (12) im übrigen Rippenrohrblock dadurch unterscheiden, daß sie nicht mit Schlitzsen (13) versehen sind und auch untereinander auf einen größeren Abstand gefaltet sind. Die Oberfläche der Wellrippen (11) ist daher wesentlich kleiner als jene der Wellrippen (12). Durch die Anordnung der Wellrippen (11) im Eintrittsbereich wird daher erreicht, daß hier die Wärmeübertragung von der heißen Ladeluft auf die Flachrohre eingeschränkt wird.

Die Dehnungsfugen (8), die sich bis zur Tiefe (d) in Strömungsrichtung (5) in den Rippenrohrblock (1) hinein erstrecken, werden dadurch gebildet, daß an den einander zugewandten Wänden der beidseitig an den Dehnungsfuge (8) bildenden Spalt angrenzenden Rohren (7) jeweils Wellrippen (14) angelötet sind, die in ihrer Ausbildung der **Fig. 8** entsprechen können und in Strömungsrichtung (5) die Breite (b) aufweisen, die etwa einem Drittel der Breite (a) entspricht, um die benachbarte Flachrohre (7) auf Abstand stehen. Es verbleibt daher zwischen den Wellrippen (14) der Spalt, der die Dehnungsfuge (8) bildet, die sich, wie vorher erwähnt, nur so weit in der Strömungsrichtung (5) in den Rippenrohrblock (1) hinein erstreckt, wie eine Gefährdung der Wellrippen durch eine zu starke Aufheizung durch die eintretende Luft befürchtet werden muß. Es hat sich bei einem Ausführungsbeispiel gezeigt, daß schon bei einer Tiefe von $d = 60$ mm eine Abkühlung einer mit ca. 230°C eintretenden Ladeluft auf rund 120°C erfolgt, so daß die Dehnungsfugen (8) nicht weiter in den Rippenrohrblock hinein verlegt zu werden brauchen. Es hat sich auch gezeigt, daß die zwei aus **Fig. 1** ersichtlichen Dehnungsfugen (8) ausreichen, um dem Rippenrohrblock bzw. seinen Wellrippen eine Ausdehnung in Querrichtung zu ermöglichen, die zu keinen Beschädigungen führen kann.

Natürlich wäre es auch möglich, anstelle der in der **Fig. 8** gezeigten Ausführungsform der Wellrippen (14) andere Ausführungsformen vorzusehen, die mit den Rohrwänden verlötet werden. Es kommt lediglich darauf an, daß die einander zugewandten Wände der Rohre (7) im Bereich der Dehnungsfuge (8) auch auf ihrer einander zugewandten Seite gegen Druck abgestützt sind, was durch die Ausbildung von Wellrippen in einfacher Weise geschehen kann.

Die Figuren zeigen auch, daß die Seitenteile (4) mit Kühlkanälen (15) versehen sind, die zum einen zur Kühlung der Seitenteile, durch die gewählte Ausgestaltung aber auch zur Kühlung der jeweils an die Seitenteile angrenzenden Wellrippen (12) dienen. Beim Ausführungsbeispiel ist zu diesem Zweck ein Trennblech (16) mit der nach außen gewandten Seite der Wellrippen (12) verlötet, und dieses Trennblech (16) wird unmittelbar vom Kühlwasser berührt, das durch die Kühlkanäle (15) strömt. Durch diese Maßnahme werden auch die äußersten Wellrippen (12) im Bereich der Seitenteile an einer Querdehnung weitgehend gehindert, was mit dazu beiträgt, daß hier keine Beschädigungen der Wellrippen im Bereich des von den Seitenteilen und den Wasserkästen gebildeten Rahmens auftreten.

Durch die im Ausführungsbeispiel gezeigte Ausgestaltung bleibt ein steifer Blockverband zur Leistungsübertragung und zur Übertragung mechanischer Spannungen, der lediglich über die Tiefe mit der Abmessung (d) im Eintrittsbereich mit zwei durchlaufenden Spalten versehen ist. Dadurch kann sich der mittlere Blockbereich nach **Fig. 1** oder 2 im Bereich der Dehnungsfugen (8) auf der Ladelufteintrittsseite nach links und rechts bewegen. Die jeweils äußeren Blöcke können sich, da sich die Seitenteile nicht verändern, ebenfalls zur Blockmitte bewegen.

Der gesamte Rippenrohrblock kann aus einem Stück gelötet werden. Die Aufteilung in mehrere unabhängige Blöcke würde die Leistung reduzieren und durch zusätzliche Schweißverbindungen oder durch Maßnahmen mit abgekämpften Seitenblechen den Kühlerblock komplizieren. 5

Patentansprüche

1. Ladeluftkühler mit einem Rippenrohrblock (1), der insbesondere aus Flachrohren (7) und jeweils zwischen diesen angeordneten lamellenartigen Wellrippen (12) aufgebaut und in einem festen Rahmen eingesetzt ist, der aus zwei gegenüberliegenden Wasserkästen (2, 3) und aus zwei diese verbindenden Seitenteilen (4) aufgebaut ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens an einer Stelle auf der Lufteintrittsseite ein parallel zu den Rohren (7) verlaufender Spalt in der Form einer Dehnungsfuge (8) vorgesehen ist, der sich über die Länge der Rohre (7), aber in Strömungsrichtung (5) der Luft nur bis zu einer Tiefe (d) des Rippenrohrblockes (1) erstreckt, an der eine Temperatur der Luft erreicht ist, die keine zu einer Werkstoffüberlastung führende Wärmedehnung der Wellrippen (12) mehr bewirkt. 10
2. Ladeluftkühler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Dehnungsfuge (8) durch den gegenseitigen Abstand von zwei, nur einen Bruchteil (b) der Breite (a) zwischen benachbarten Rohren (7) aufweisenden Wellrippen (14) gebildet ist, die jeweils an einer Rohrwand anliegen und mit dieser verlötet sind. 15
3. Ladeluftkühler nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite (b) der Wellrippen (14) etwa ein Drittel des Abstandes (a) zwischen benachbarten Rohrwandungen beträgt. 20
4. Ladeluftkühler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Eintrittsbereich der Luft zwischen benachbarten Rohren (7) Wellrippen (11) vorgesehen sind, deren Wärmeübertragungsfähigkeit geringer als jene der danach vorgesehenen, vorzugsweise geschlitzten Wellrippen (12) ist. 25
5. Ladeluftkühler nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Wellrippen (11) glatte, im Zickzack gefaltete Metallbänder vorgesehen sind. 30
6. Ladeluftkühler nach Anspruch 1, mit in den Seitenteilen angeordneten Kühlkanälen, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlkanäle (15) unmittelbar an die den Seitenteilen (4) zugeordneten Wellrippen (12') angrenzen. 35
7. Ladeluftkühler nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlkanäle (15) auf der den Wellrippen (12') zugewandten Seiten durch dünne Wandbleche (16) begrenzt sind, die mit den Wellrippen (12') verlötet sind. 40
8. Ladeluftkühler nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlkanäle (15) als Teile des Seitenteiles ausgebildet sind. 45

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

60

65

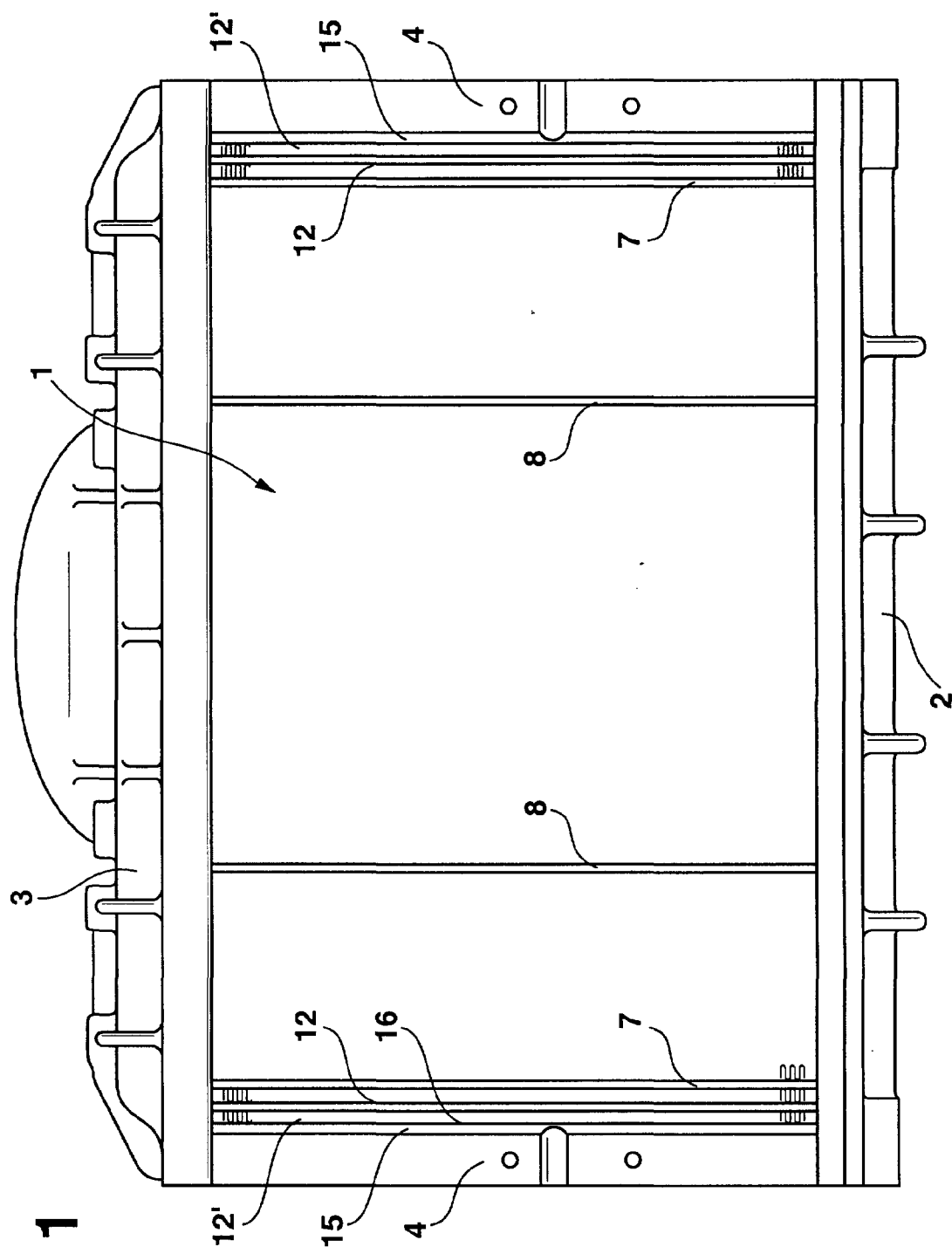


Fig. 1

Fig. 2

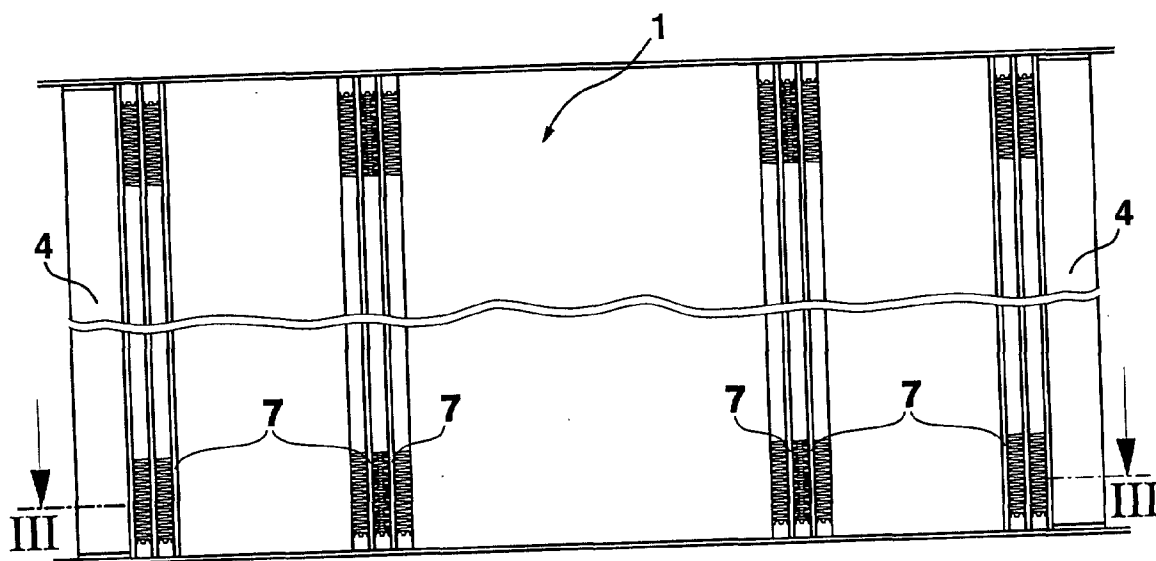


Fig. 3

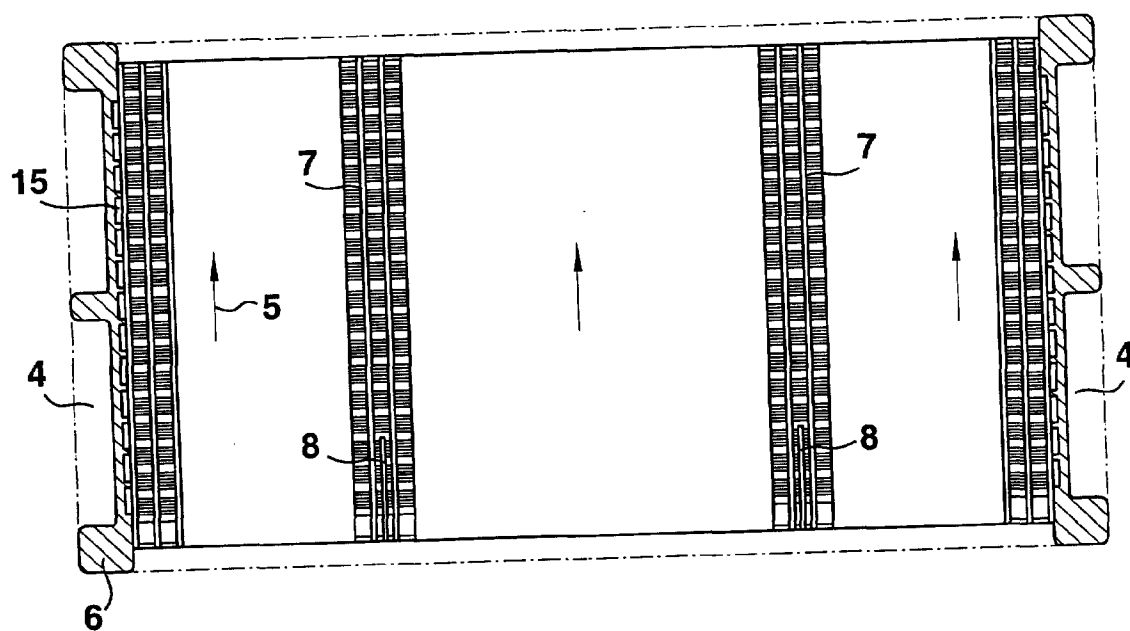


Fig. 4

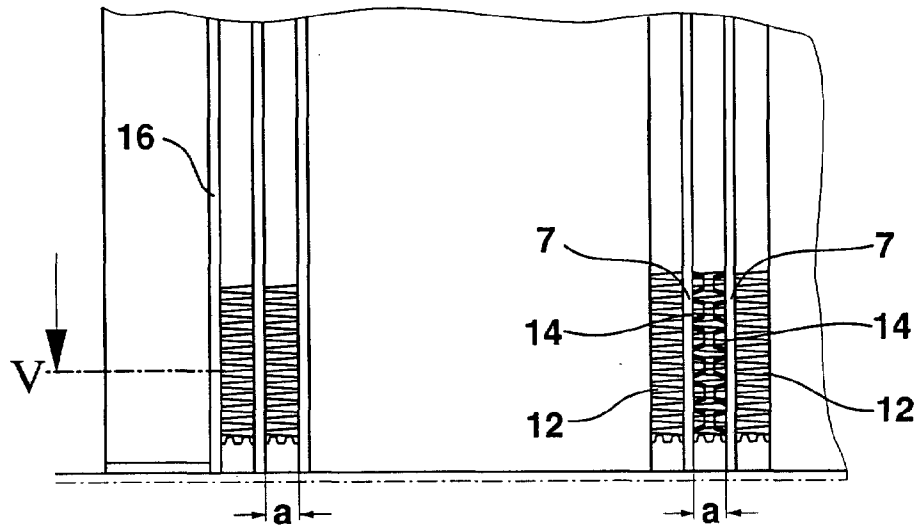


Fig. 5

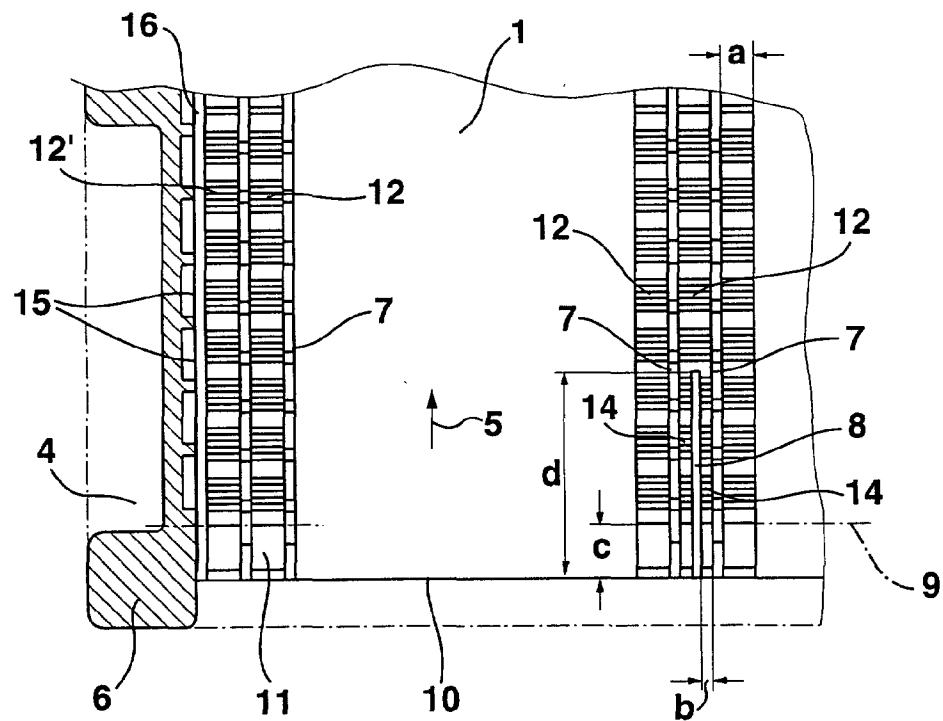


Fig. 6

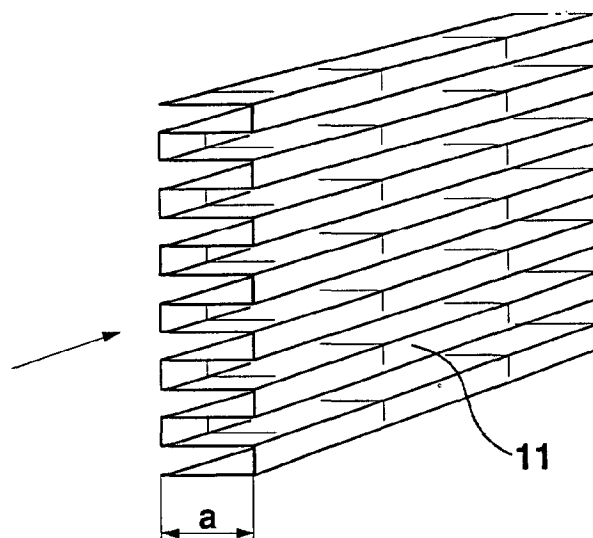


Fig. 7

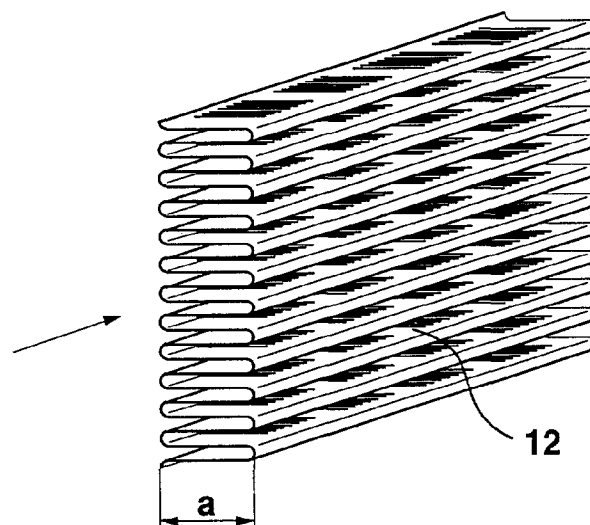


Fig. 8

